

Method for removing soot particles from an exhaust gas, associated collecting element and system

Patent Number: US2003072694
Publication date: 2003-04-17
Inventor(s): HODGSON JAN (DE); BRUCK ROLF (DE); REIZIG MEIKE (DE)
Applicant(s):
Requested Patent: DE10020170
Application Number: US20020281003 20021025
Priority Number(s): DE20001020170 20000425; WO2001EP04486 20010420
IPC Classification: B01D53/34
EC Classification: B01D45/08, B01D53/94K2D, F01N3/022B, F01N3/023B, F01N3/20D
Equivalents: AU7395501, EP1276549, WO0180978

Abstract

A method for removing soot particles from an exhaust gas of an internal combustion engine, especially of a diesel engine, includes feeding the exhaust gas through a collecting element through which the exhaust gas can pass freely but which is provided with a plurality of deflections and/or zones of swirl and calming or stabilization. At least a proportion of the particles are held or swirled around in the collecting element until there is a sufficient probability of reaction with nitrogen dioxide and a majority of the collected particles have been removed. A collecting element has flow channels through which the exhaust gas can pass freely. However, the flow channels are configured in such a way as to form deflections or zones of swirl and calming or stabilization. A system having the collecting element is also provided

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO: E-80366

SERIAL NO: _____

APPLICANT: Rolf Brück

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100

② Doppel

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3801634 A1

⑳ Aktenzeichen: P 38 01 634.6
㉑ Anmeldetag: 21. 1. 88
㉒ Offenlegungstag: 3. 8. 89

⑤ Int. Cl. 4:
B 01 D 53/36
B 01 D 50/00
B 01 D 51/00
B 01 D 46/48
F 23 G 7/06



DE 3801634 A1

⑦ Anmelder:
Leistriz AG, 8500 Nürnberg, DE

⑦ Vertreter:
Czowalla, E., Dipl.-Ing. Dipl.-Landw.; Matschur, P.,
Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg

⑦ Erfinder:
Stoepler, Walter, Dr., 8522 Herzogenaurach, DE;
Zachmann, Alfons, 8510 Fürth, DE; Böhmer, Axel,
Dipl.-Ing.; Sagitzki, Manfred, 8500 Nürnberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Filter- und Nachverbrennungseinrichtung für Abgase, insbesondere von Brennkraftmaschinen

Filter- und Nachverbrennungseinrichtung für Abgase, insbesondere von Brennkraftmaschinen, bei der zwischen einem Eintrittstrichter und einem Austrittstrichter innerhalb eines Gehäuses mehrere Lagen von radial durchströmbaren zylindrischen Filterelementen von im wesentlichen kreisring- oder ovalringförmigem Querschnitt mit radialem Abstand äquidistant ineinander unter Bildung von Eintritts- und Austrittsräumen ähnlicher Form angeordnet sind, wobei jedes Filterelement einen gasdurchlässigen Filterkörper aus Drahtgestrick, Keramikfasern oder einer Kombination beider umfaßt, der beidseits durch einen gasdurchlässigen metallischen Mantel eingefast ist, wobei die Filterkörper unter Verwendung von Abstandselementen zu einem spiralförmigen Wickelkörper mit einem spiralförmigen Einlaßkanal und Auslaßkanal aufgewickelt sind, die jeweils auf der Gegenseite verschlossen sind und wobei die als gelochte Metallbänder oder Metallgestrickbänder ausgebildeten Einfassungs-Mäntel mit einer katalytischen Beschichtung zur Konvertierung gasförmiger Schadstoffe versehen sind.

DE 3801634 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Filter- und Nachverbrennungseinrichtung für Abgase, insbesondere von Brennkraftmaschinen, bei der zwischen einem Eintrittstrichter und einem Austrittstrichter innerhalb eines Gehäuses mehrere Lagen von radial durchströmbaren zylindrischen Filterelementen von im wesentlichen kreisring- oder ovalringförmigem Querschnitt mit radialem Abstand äquidistant ineinander unter Bildung von Eintritts- und Austrittsräumen ähnlicher Form angeordnet sind, wobei jedes Filterelement einen gasdurchlässigen Filterkörper aus Drahtgestrick oder Keramikfasern umfaßt, der beidseits durch einen gasdurchlässigen metallischen Mantel eingefafßt ist.

Eine derartige Filter- und Nachverbrennungseinrichtung, wie sie in der DE-OS 32 28 325 beschrieben ist, verwendet konzentrische ineinandergestellte Filterelemente, wobei die Zwischenkanäle durch Blechringe in Austrittskanäle für den innenliegenden und einen Gaseintrittskanal für den außenliegenden Filter-Ringkörper unterteilt sind. Dies erfordert einen sehr hohen fertigungstechnischen Aufwand, so daß derartige Filter außerordentlich teuer sind. Hinzu kommt noch, daß durch die in dieser Offenlegungsschrift beschriebene katalytische Beschichtung nicht nur das Filtermaterial, sondern ggfs. auch des inneren Einfassungsmantels oder von zusätzlich in die Gaseintrittskanäle eingebrachten beschichtetem Material eine voll befriedigende Nachverbrennung und Filterung nicht erreicht werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Filter- und Nachverbrennungseinrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß sie sehr einfach hergestellt werden kann und neben einer optimalen Filterung und Nachverbrennung auch die Entstehung von Stickoxiden vermeidet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Filterkörper unter Verwendung von Abstandselementen zu einem spiraligen Wickelkörper mit einem spiraligen Ein- und Auslaßkanal aufgewickelt sind, die jeweils auf der Gegenseite verschlossen sind, und daß die als gelochte Metallbänder oder Metallgestrickbänder ausgebildeten Einfassungsmäntel mit einer katalytischen Beschichtung zur Konvertierung gasförmiger Schadstoffe versehen sind.

Durch die erfindungsgemäße Wickelbauweise des Filters läßt sich dieser mit einem erheblich kleineren Aufwand herstellen als der vorbekannte Filter, wobei noch hinzu kommt, daß sich die erfindungsgemäße Wickelbauweise sowohl für alle Baugrößen als auch Querschnittsformen der Filter gleichermaßen eignet. Entscheidend ist dabei die Beschichtung beider Einfassungsmäntel der eigentlichen Filterkörper mit einer katalytischen Beschichtung zur Konvertierung gasförmiger Schadstoffe im Abgas. Durch diese wird nämlich erreicht, daß die Metallbänder wesentlich stärker erhitzt werden als der Abgasstrom selbst. Das Filtermaterial mit dem darauf abgeschieden Ruß oder anderen Feststoffteilchen liegt dann zwischen zwei heißen Metallbändern, wodurch der Abbrand des Rußes bzw. der Feststoffteilchen gefördert werden. Daß darüber hinaus auch ein gesonderter Katalysator zur Förderung des Rußabbrandes noch zusätzlich auf dem Filtermaterial vorgesehen sein kann, versteht sich von selbst. Mit dieser speziellen selektiven Erhitzung der Einfassungsmäntel der Filterkörper geht die Erfindung einen ganz anderen Weg als die eingangs angesprochene Offenlegungsschrift, bei der zum einen nur einer der Mängel ggfs.

katalytisch beschichtet ist und darüber hinaus ja auch als vorteilhafte Lösung vorgesehen ist, daß man den ganzen Einlaßraum zusätzlich mit einem porösen Gemenge füllt, welches katalytisch beschichtet ist. Auf diese Art und Weise wird aber dann gerade nicht erreicht, daß selektiv nur die Einfassungsbänder stark erhitzt werden, und zwar um bis zu mehrere hundert Grad über die Temperatur des Abgases selbst, um auf diese Weise einen selektiven Abbrand der Feststoffteilchen auf den Filterkörpern zu erreichen und damit eine kontinuierliche Selbstreinigung zu erhalten. Durch die erfindungsgemäße Förderung des Rußabbrandes durch die selektiv stärker gegenüber dem Abgasstrom erhitzten Einfassungsmäntel der Filterkörper kann die Temperatur des Abgases niedriggehalten werden, so daß praktisch keine Stickoxide gebildet werden, die ja erst bei hohen Abgastemperaturen, dann aber unvermeidlich, entstehen. Gleichwohl erreicht man eine äußerst wirksame Oxidation beispielsweise von Kohlenmonoxid oder Kohlenwasserstoffen, die noch im Abgas vorhanden sind, d. h. eine wirksame Nachverbrennung gasförmiger Schadstoffe.

Die Reaktionswärme aus dieser Nachverbrennung der gasförmigen Schadstoffe dient dann zur selektiven Erhitzung der Einfassungsbänder und damit zur Förderung des Abbrandes der im Filter sich ansammelnden festen Schadstoffe, also vorzugsweise Ruß.

Zur Vereinfachung der Wickelfertigung der erfindungsgemäßen Filter- und Nachverbrennungseinrichtung kann ein Wickeldorn vorgesehen sein, der bevorzugt hohl ausgebildet werden kann. Durch die Querschnittsform des Wickeldorns wird gleich die Form der sich ergebenden Filteranordnung vorgegeben, also beispielsweise, ob es sich um kreis- oder ovalzylindrische Körper handeln soll. Durch die hohle Ausbildung des zentralen Wickeldorns ergibt sich die Möglichkeit, eine ggfs. vorgesehene Einspritzvorrichtung zur Einbringung von Kraftstoff und/oder Sauerstoff zur Nachverbrennung so anzuordnen, daß sie an das ausgangsseitige Ende des Wickeldorns angeschlossen ist und somit entgegen der Einströmrichtung der Abgase den Kraftstoff oder Sauerstoff in diese einbringt und damit besonders wirkungsvoll vermischt und verwirbelt. Darüber hinaus kann der Wickeldorn eingangsseitig als Träger für einen Diffusor zur gleichmäßigen Filterbeaufschlagung dienen. Ein solcher Diffusor kann dabei sehr einfach als Lochkegel od. dgl. ausgebildet sein.

Die Abdichtstreifen, die wechselweise die spiraligen Kanäle zwischen den Filterelementen verschließen, um einmal einen spiraligen Einlaßkanal und zum anderen einen durch die Filterelemente davon getrennten spiraligen Auslaßkanal zu bilden, können in Weiterbildung der Erfindung durch die umgeschlagenen Ränder der Filtermatten selbst gebildet sein. Bei dieser Fertigung ist dann jeweils als Ausgangsmaterial eine Mehrschichtlage aus zwei Filtermaterialbändern mit ihren metallischen Einfassungsmänteln vorzusehen, damit durch einfaches spiraliges Aufwickeln die erfindungsgemäße Filterstruktur entstehen kann.

Die Abdichtstreifen können aber auch durch randseitige Abwinklungen oder Umbördelungen der die Filter einfassenden Metallbänder gebildet sein.

Die Abstandselemente, die die von den Einfassungsmänteln eingefafßten Filterbahnen beim Aufwickeln auf Abstand voneinander halten, so daß sich die bereits angesprochenen Gasein- und -austrittskanäle bilden können, können entweder Wellbänder sein, die als Zwischenlagen mit aufgewickelt werden. Darüber hinaus

hat es sich aber auch als vorteilhaft erwiesen, die Abstandselemente als Auf- oder Durchzüge der die Filter einfassenden Metallbänder selbst auszubilden, so daß gesonderte Bauteile, wie die bereits genannten Wellbänder, überhaupt nicht mehr erforderlich sind. Durch entsprechende Ausbildung der Auf- oder Durchzüge, beispielsweise in Form von Längsrippen, welche die Zwischenkanäle unterbrechen, kann dabei auch erreicht werden, daß der Abgasstrom nicht von einem Eintrittsringraum unter Durchsetzung einer Filterlage in den benachbarten Ring als Austrittskanal geleitet wird, sondern mehrfach mäanderförmig umgelenkt eine Vielzahl von Filterlagen durchsetzt. Dadurch kann der Filter gleichmäßiger ausgenutzt werden und damit seine Wirksamkeit erhöht werden.

Bei Ausbildung der Einfassungsmäntel als Metallbänder hat es sich dabei als zweckmäßig erwiesen, sie in einer Stärke zwischen etwa 0,03 und 1 mm auszubilden.

Neben der katalytischen Beschichtung der Einfassungsmäntel der Filterelemente mit einer Oxidations- oder 3-Wege-Beschichtung sowie der katalytischen Beschichtung ggfs. des Filtermaterials selbst mit einem den Festkörperabbrand fördernden anderen Filtermaterial können ggfs. auch der Diffusor und die Ein- und Auslaßtrichter des den Wickelkörper aufnehmenden Metallgehäuses mit speziellen Katalysatoren beschichtet sein. Die Filterelemente selbst aus Drahtgestrick oder Keramikfasern können dabei nicht nur vollständig aus dem einen oder anderen Material, sondern ggfs. auch aus einem Mischgestrick sowie ggfs. in Form eines Vlieses, Gewebes, Blankets oder Filzes ausgebildet sein. Bei der Verwendung eines Mischgestricks kann gegebenenfalls auf die Lochfolien verzichtet werden.

Schließlich liegt es auch noch im Rahmen der Erfindung, daß die Gaseintritts- und -austrittskanäle zwischen den mit Einfassungsmänteln versehenen Filterlagen unterschiedliche Dicken aufweisen, was sehr einfach durch Verwendung unterschiedlich starker Abstandhalter erreicht werden kann. Dabei kann ggfs. sogar vorgesehen sein, daß der Abstand von der Abgaseintrittsstirnfläche zur -austrittsstirnfläche des Wickelkörpers sich ändert, um auf diese Art und Weise eine gleichmäßigere Durchsetzung des Filtermaterials erreichen zu können.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Filter- und Nachverbrennungseinrichtung, bei der im unteren Teil verschiedene Varianten der Abdichtstreifen gegenüber der oben dargestellten Umbördelung der Filtermatten angedeutet sind,

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Wickelkörper der Filter- und Nachverbrennungseinrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 einen schematischen Teilschnitt durch einen abgewandelten Filterkörper mit anderer Ausbildung der Abdichtstreifen und der Abstandselemente, und

Fig. 4 einen vergrößerten Schnitt durch die Schichtfolge zur Wickelfertigung des in Fig. 1 und 2 gezeigten Filterkörpers.

Die in der Fig. 1 und 2 dargestellte Filter- und Nachverbrennungseinrichtung umfaßt ein metallisches Außengehäuse 1, welches im dargestellten Ausführungsbeispiel (in Fig. 1 oben angedeutet) einen Außenmantel 2 und einen Innenmantel 3 umfaßt, die durch Keramikfasermatten 4, vorzugsweise in Form sog. Quellmatten, gegeneinander isoliert sind. Die Querschnittsform des

zylindrischen Mittelabschnitts zwischen dem Eingangstrichter 5 und dem Auslaßtrichter 6 kann dabei kreisförmig, oval oder auch ggfs. mehreckig sein. Die Form läßt sich dabei sehr günstig durch entsprechende Wahl der Querschnittsform des hohlen Wickeldorns 7 vorgeben, der auf seiner Einlaßseite einen Diffusor 8 in Form eines Lochkegels aus Metall oder ggfs. auch Keramik trägt, während er ausgangsseitig an eine Leitung 9 an eine Einspritzvorrichtung für Kraftstoff und/oder Sauerstoff angeschlossen ist, der dem Abgasstrom 10 entgegengesetzt im Eingangsraum der Filtervorrichtung eingebracht wird, um ggfs. die Nachverbrennung günstig zu beeinflussen.

Der eigentliche Filter besteht aus einem spiralförmig aufgewickelten Wickelkörper 11, in welchem Filtermatten 12, die beidseits durch gelochte Metallbänder 13 und 14 eingefast sind, mit Hilfe von Abstandselementen aufgewickelt sind, die im Falle der Fig. 1 und 2 als Wellbänder 15 ausgebildet sind. Die die Wellbänder 15 aufnehmenden Kanäle sind an der Einlaß- und Auslaßseite abwechselnd verschlossen, so daß sich ein im Querschnitt spiralförmiger Gaseintrittskanal 16 und durch die Filterlagen 12 mit ihrer Metallbänderumfassung 13, 14 getrennter spiralförmiger Auslaßkanal 17 ergeben. Die Abdichtung ist im Falle der Fig. 1, obere Hälfte dadurch gebildet, daß die Ränder 18 und 19 der Filtermatten 12 umgeschlagen und auf der Außenseite des jeweiligen Metallblechs 13, 14 befestigt sind. In der unteren Hälfte der Fig. 1 sind zwei andere Varianten angedeutet, nämlich einmal eine Abwinklung der nicht gelochten Ränder 20 und 21 der Metallbänder 13, 14, die ggfs. durch ein Teil 22 zusammengehalten sein können. Darüber hinaus ist auch noch eine weitere Möglichkeit einfacher umgelegter aufeinanderliegender Ränder 20' und 21' zur Bildung der Abdichtung der Gaseintritts- bzw. -austrittskanäle angedeutet.

Anstelle der vorstehend beschriebenen Abdichtung der Gaseintrittskanäle 16 und Gasaustrittskanäle 17 können auch Abstandstege 23 vorgesehen sein, die entweder auf die Metallbänder 13, 14 in Längsrichtung aufgelegt oder aber direkt durch Verformung in diese eingestrichen sein können. Durch diese Stege 23 werden nicht nur die Filterlagen auf Abstand gehalten — der besseren Übersichtlichkeit halber sind die Metallbänder 13, 14 in Fig. 3 nicht im einzelnen eingezeichnet — und auch die Abdichtstreifen mitgebildet, sondern man erreicht auf diese Weise eine zwangsweise mäanderförmige Durchsetzung der Filtermatten, mit deren Hilfe eine gleichmäßigere Auslastung und damit eine bessere Ausnutzung der Wirksamkeit des Filters erreicht werden kann.

Anstelle der Wellbänder oder der Stege 23 können auch Auf- oder Durchzüge der Metallbänder in Form von Noppen oder Domen vorgesehen sein, um als Abstandhalter zu dienen. In diesem Fall sind aber dann entweder gesonderte Abdichtstreifen oder aber wieder die Umbördelung der Ränder der Filtermatten zur Abdichtung der Gaseintrittskanäle 16 und der Gasaustrittskanäle 17 erforderlich.

In Fig. 4 ist eine 8fach-Schichtfolge von Bändern dargestellt, mit deren Hilfe der in Fig. 1 oben bzw. Fig. 2 gezeigte Filterkörper gewickelt werden kann.

Patentansprüche

1. Filter- und Nachverbrennungseinrichtung für Abgase, insbesondere von Brennkraftmaschinen, bei der zwischen einem Eintrittstrichter und einem

Austrittstrichter innerhalb eines Gehäuses mehrere
Lagen von radial durchströmbaren zylindrischen
Filterelementen von im wesentlichen kreisring-
oder ovalringförmigem Querschnitt mit radialem
Abstand äquidistant ineinander unter Bildung von 5
Eintritts- und Austrittsräumen ähnlicher Form ange-
ordnet sind, wobei jedes Filterelement einen gas-
durchlässigen Filterkörper aus Drahtgestrick, Ke-
ramikfasern oder einer Kombination beider um-
faßt, der beidseits durch einen gasdurchlässigen 10
metallischen Mantel eingefast ist, **dadurch ge-
kennzeichnet**, daß die Filterkörper unter Verwen-
dung von Abstandselementen zu einem spiraligen
Wickelkörper (11) mit einem spiraligen Einlaßkanal
(16) und Auslaßkanal (17) aufgewickelt sind, die je- 15
weils auf der Gegenseite verschlossen sind und daß
die als gelochte Metallbänder (13, 14) oder Metall-
gestrickbänder ausgebildeten Einfassungs-Mäntel
mit einer katalytischen Beschichtung zur Konver-
tierung gasförmiger Schadstoffe versehen sind. 20

2. Abgasreinigungsvorrichtung nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch einen vorzugsweise hohlen
Wickeldorn (7).

3. Abgasreinigungsvorrichtung nach Anspruch 1
oder 2, gekennzeichnet durch eine Einspritzvor- 25
richtung zur Einbringung von Kraftstoff und/oder
Sauerstoff zur Nachverbrennung.

4. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die
Abdichtstreifen durch die umgeschlagenen Ränder 30
(18, 19) der Filtermatten (12) gebildet sind.

5. Abgasreinigungsvorrichtung nach Anspruch 1
oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichts-
streifen durch randseitige Abwinklungen oder Um-
bördelungen (20, 21; 20', 21') der Metallbänder (13, 35
14) gebildet sind.

6. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die
Abstandselemente Auf- oder Durchzüge der Me-
tallbänder (13, 14) sind. 40

7. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die
Abstandselemente Wellbänder (15) sind.

8. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der 45
Filterkörper aus einer 8fach-Schichtfolge aus zwei
Filtermatten (12) und vier Metallbändern (13, 14)
sowie den zugehörigen Abstandselementen und
Abdichtstreifen gewickelt ist.

9. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der An- 50
sprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die
Stärke der Metallbänder (13, 14) zwischen 0,03 und
1,0 mm liegt.

10. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der
Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die 55
Anordnung, Größe und Form der Aufzüge in den
Metallbändern (13, 14) so gewählt ist, daß sie den
Abgasstrom radial und axial derart leiten, daß eine
gleichmäßige Filterbeladung gewährleistet wird.

11. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der 60
Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß
die katalytischen Beschichtungen des Konverter-
Einlaßkanals (16) und/oder des Konverter-Aus-
laßkanals (17) Oxidationsbeschichtungen sind.

12. Abgasreinigungsvorrichtung nach einem der 65
Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß
die katalytischen Beschichtungen des Konverter-
Auslaßkanals (17) 3-Wege-Beschichtungen

sind.

38 01 634
B 01 D 53/36
21. Januar 1988
3. August 1989

73



3801634

14*

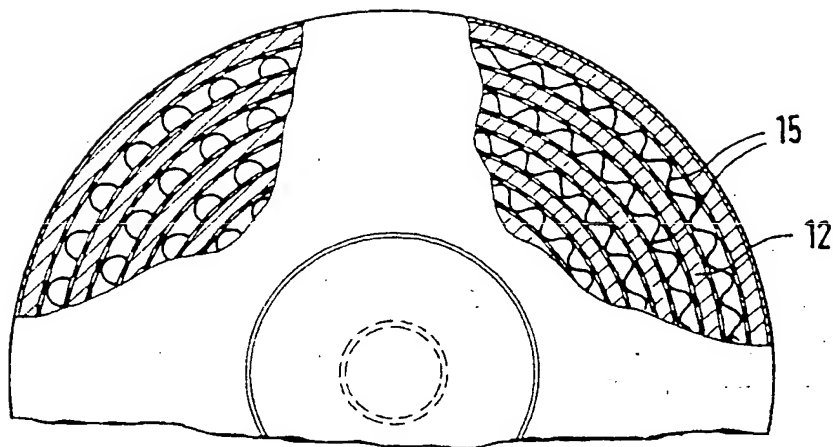


FIG. 2

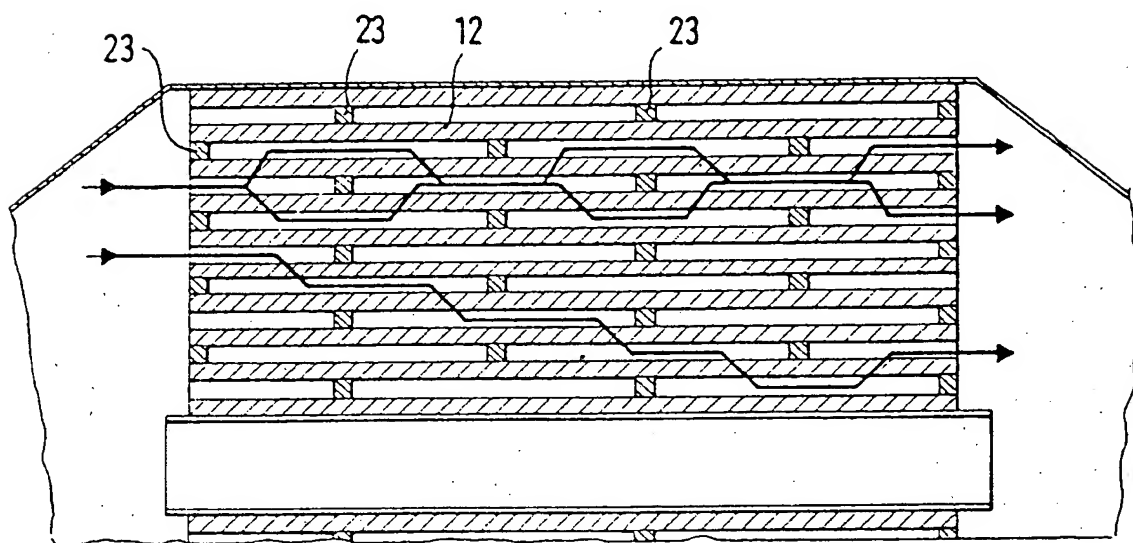


FIG. 3

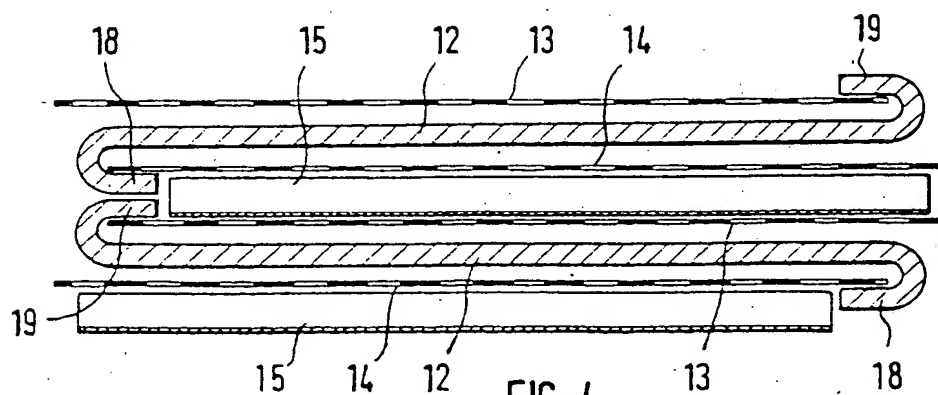


FIG. 4